

Gyseler, Dominik

Problemfall Neuropädagogik

Zeitschrift für Pädagogik 52 (2006) 4, S. 555-570



Quellenangabe/ Reference:

Gyseler, Dominik: Problemfall Neuropädagogik - In: Zeitschrift für Pädagogik 52 (2006) 4, S. 555-570 - URN: urn:nbn:de:0111-opus-44735 - DOI: 10.25656/01:4473

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-opus-44735>

<https://doi.org/10.25656/01:4473>

in Kooperation mit / in cooperation with:

BELTZ

<http://www.beltz.de>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

Inhaltsverzeichnis

Essay

Johannes Bellmann

Bildungsforschung und Bildungspolitik im Zeitalter ‚Neuer Steuerung‘ 487

Thementeil: Pädagogik und die Formierung nationaler Kulturen

Daniel Tröhler

Pädagogik und die Formierung nationaler Kulturen.

Einführung in den Thementeil 505

Rita Casale

Die italienische Erziehung des bourgeois gentilhomme 508

Fritz Osterwalder

Condillacs Rose – Erfahrung als pädagogisches Konzept zwischen

radikalem Sensualismus und religiöser Innerlichkeit 522

Daniel Tröhler

Lehrerbildung, Nation und pädagogische Historiographie.

Die ‚Geschichten der Pädagogik‘ in Frankreich und Deutschland nach 1871 540

Allgemeiner Teil

Dominik Gyseler

Problemfall Neuropädagogik 555

Gunther Graßhoff/Davina Höblich/Bernhard Stelmaszyk/Heiner Ullrich

Klassenlehrer-Schüler-Beziehungen als biografische Passungsverhältnisse.

Fallstudien zum Verhältnis von Lehrer-Schüler-Interaktionen und

Selbstverständnis der Lehrerschaft an Waldorfschulen 571

Stefan Weyers

Pacta sunt servanda? Das kindliche Verständnis von Verträgen am Beispiel des Tausches und der Leihe	591
--	-----

Besprechungen

Wolfgang Beywl

Harm Kuper: Evaluation im Bildungssystem. Eine Einführung	611
---	-----

Dokumentation

Pädagogische Neuerscheinungen	614
-------------------------------------	-----

Dominik Gyseler

Problemfall Neuropädagogik

Zusammenfassung: Die Neuropädagogik setzt es sich zum Ziel, pädagogisch relevante Lern- und Verhaltensmerkmale auf der Grundlage neurowissenschaftlicher Erkenntnisse besser zu verstehen, damit Erziehungs- und Bildungsmaßnahmen angemessener auf individuelle Lernvoraussetzungen ausgerichtet werden können. Ihre Bilanz ist allerdings äußerst umstritten. Das Ziel dieses Artikels besteht darin, auf den Punkt zu bringen, wo das Problem liegt. Dazu wird untersucht, ob die Neuropädagogik ein prinzipielles, ein konzeptuelles oder ein empirisches Problem hat. Auf der Basis dieser Problemanalyse wird abschließend dafür plädiert, eine inhaltliche Schwerpunktverlagerung von der Neuropädagogik zu den neurowissenschaftlichen Grundlagen der Pädagogik vorzunehmen.

1. Keine Erfolgsgeschichte

Die Idee, Erkenntnisse über das Gehirn für die Behandlung von Fragen der Erziehung und Bildung zu verwenden, findet sich bereits Mitte des 19. Jahrhunderts im Rahmen der Phrenologie. Danach sind für den Lernerfolg wichtige Persönlichkeitsmerkmale wie Willenskraft, Beobachtungsgabe oder Gewissenhaftigkeit in klar abgrenzbaren Hirnarealen lokalisiert und können via Schädelform diagnostiziert und auch prognostiziert werden (vgl. Düweke 2001). Nicht selten wurde deshalb auch die spätere Berufswahl maßgeblich von praktizierenden Phrenologen beeinflusst. Die Phrenologie geriet jedoch bald einmal unter fachlichen und ideologischen Druck, wurde marginalisiert und mit ihr die Idee einer Verbindung von Pädagogik und Hirnforschung.

Seit den 1980er-Jahren und dem breiten Einsatz bildgebender Verfahren ist nun aber eine Art Wiederentdeckung des ursprünglichen Ansatzes zu erkennen – mit dem Unterschied, dass mehr Hirnfunktionen denn -strukturen im Zentrum des Interesses stehen. Mit bildgebenden Verfahren wie der funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRI) oder der Positronenemissionstomographie (PET) kann gemessen werden, welche neuronalen Regionen verstärkt aktiviert sind, während eine bestimmte Aufgabe ausgeführt wird. In den letzten 15 Jahren wuchs die Anzahl solcher Daten dramatisch an, und es wurden Fachgebiete wie die Neuropädagogik und die Neurodidaktik aus der Taufe gehoben, die sich wesentlich auf diese Befunde stützen (Friedrich/Preiss 2003; Preiss 1996).

Neuropädagogik und Neurodidaktik bezeichnen Teilgebiete der Pädagogik, deren Grundidee darin besteht, aus dem Wissen über die Hirnentwicklung im Kindes- und Jugendalter erzieherische bzw. für den Bereich der Schule methodisch-didaktische Leitlinien abzuleiten. Das Ziel des Einbezugs neurowissenschaftlicher Erkenntnisse besteht darin, für die Erziehung und Bildung relevante Lern- und Verhaltensmerkmale besser verstehen zu können, damit Erziehungs- und Bildungsmaßnahmen angemessener auf individuelle Lernvoraussetzungen ausgerichtet werden können.

Mittlerweile ist die moderne Neuropädagogik im deutschsprachigen Raum rund 20 Jahre alt, sodass es nun möglich und nötig ist, eine erste Bilanz hinsichtlich ihres Leistungsausweises zu ziehen. In jüngster Zeit ist diese Bilanz Gegenstand einer heftigen, zu einem bemerkenswerten Teil in öffentlichen Medien geführten Debatte gewesen (Becker 2005, 2006). Dabei herrscht weitestgehend Uneinigkeit darüber, ob die bisherigen Erkenntnisse eher eine Erfolgs- oder Misserfolgsgeschichte erzählen.

Die Befürworter der Neuropädagogik argumentieren damit, dass die Hinforschung in den letzten Jahren einigen Erkenntnisgewinn hinsichtlich des menschlichen Lernens und Verhaltens erbracht hat (OECD 2002; Koizumi 2004; Posner/Rothbart 2005; Singer 2006). Skeptiker wenden ein, dass die neurowissenschaftlich fundierten psychologischen Aussagen lediglich wiederholen, was teilweise schon seit langer Zeit bekannt ist und die pädagogischen Empfehlungen oft sehr allgemein gehalten und völlig unkontrovers sind (Bruer 1997; gemäßigt: Goswami 2004; Blakemore/Frith 2005; Borck 2006).

Wie ist es zu erklären, dass einerseits eine kaum mehr überschaubare Menge an neurowissenschaftlichen Erkenntnissen zum Lernen und Verhalten produziert wird, andererseits der Erkenntnisfortschritt der Neuropädagogik aber vielerorts stark in Frage gestellt wird? Was qualifiziert neurowissenschaftliche Erkenntnisse denn aus pädagogischer Sicht überhaupt als weiterführend? Die Kontroverse um den (Problem-)Fall Neuropädagogik ist zu wesentlichen Teilen auch darauf zurückzuführen, dass weder hinreichend klar ist, was die Neurowissenschaften aus pädagogischer Sicht sollen, noch was sie können.

Das Ziel der nachfolgenden Ausführungen besteht darin, das Problem der Neuropädagogik auf den Punkt zu bringen. Zu diesem Zweck werden drei mögliche Problemformen unterschieden:

- Ein *prinzipielles* Problem würde vorliegen, wenn neurowissenschaftliche Erkenntnisse aus grundsätzlichen Erwägungen nicht dazu verwendet werden könnten, Lern- und Verhaltensmerkmale besser zu verstehen.
- Ein *konzeptuelles* Problem würde vorliegen, wenn zwar neurowissenschaftliche Erkenntnisse prinzipiell dazu verwendet werden könnten, Lern- und Verhaltensmerkmale besser zu verstehen, sie aber im Rahmen der Neuropädagogik unangemessen interpretiert würden.
- Ein *empirisches* Problem würde vorliegen, wenn zwar neurowissenschaftliche Erkenntnisse prinzipiell dazu verwendet werden könnten, Lern- und Verhaltensmerkmale besser zu verstehen, aber einfach derzeit noch zu wenig empirische Befunde vorliegen, um diesem Anspruch zu genügen.

In den Teilen 2 bis 4 werden diese möglichen Probleme der Reihe nach verhandelt. Abschließend werden im fünften und letzten Teil Konsequenzen hinsichtlich des Selbstverständnisses einer Neuropädagogik abgeleitet. Um zunächst erörtern zu können, ob ein prinzipielles Problem vorliegt, ist eine *neurophilosophische* Diskussion über das Verhältnis von Gehirn, Geist und Verhalten zu führen.

2. Ein prinzipielles Problem?

Ein *prinzipielles* Problem der Neuropädagogik würde dann vorliegen, wenn neurowissenschaftliche Erkenntnisse aus grundsätzlichen Erwägungen nicht dazu verwendet werden könnten, Lern- und Verhaltensmerkmale besser zu verstehen. Worin könnten solche Einwände bestehen? Zur Behandlung dieser Frage sind Überlegungen aus der Neurophilosophie zu berücksichtigen. Die Neurophilosophie befasst sich auf zwei Ebenen mit dem Verhältnis zwischen Gehirn und Geist: Während auf der ontologischen Ebene das Verhältnis zwischen neuronalen und mentalen Prozessen diskutiert wird, steht auf der epistemologischen Ebene das Verhältnis zwischen neurowissenschaftlichen und psychologischen Erkenntnissen im Zentrum.

Eine Positionierung auf diesen beiden Ebenen ist für die Neuropädagogik von zentraler Bedeutung: Denn im Grunde geht es dabei auch um die Frage, ob bzw. inwieweit die Pädagogik überhaupt neurowissenschaftliche Grundlagen *hat*. Dies ist in erziehungs- und sozialwissenschaftlichen, aber auch in philosophischen Kreisen keinesfalls unumstritten. Selbst wenn anerkannt wird, dass zum Beispiel bestimmten Lernprozessen neurowissenschaftlich zugängliche neuronale Prozesse zugrundeliegen, ist umstritten, ob damit notwendigerweise ein besseres Verstehen der Lernprozesse verbunden ist.

Auf der ontologischen Ebene sind zunächst einmal materialistische und dualistische Positionen zu unterscheiden (für Übersichten vgl. Pauen 2001; Kim 2006). Heute wird in der Regel eine materialistische Position vertreten, wonach mentale Prozesse neuronal realisiert werden, d.h. mentale Prozesse immer auch neuronale Prozesse sind. Dies steht gegen dualistische Positionen, nach denen mentale Prozesse zu einem anderen Typ als neuronale Prozesse gezählt werden und prinzipiell auch unabhängig von diesen auftreten können. Da dualistische Positionen weder logisch noch empirisch als widerlegt betrachtet werden können, wird häufig eine forschungspragmatische Argumentation ins Feld geführt, um eine materialistische Positionierung begründen zu können. Denn wie auch immer die philosophische Argumentationslage hier bewertet wird, haben materialistische Ansätze klar den Vorteil, dass sie weitere Forschung stimulieren, statt sie zu verhindern.

Die überwiegende Mehrheit der neurowissenschaftlichen Forschungsprogramme geht innerhalb der verschiedenen Spielarten materialistischer Positionen von der so genannten Identitätstheorie, genauer der Typen-Identitätstheorie, aus. Dieser Auffassung nach ist jeder Typ eines mentalen Zustandes oder Prozesses identisch mit einem *bestimmten* Typ neuronalen Zustandes oder Prozesses. Davon zu unterscheiden ist die schwache Variante der Identitätstheorie, die Token-Identitätstheorie, nach der jeder mentale Zustand *irgendeine* neuronale Realisierung hat (Pauen 2001).

Diese Typen-Identität ist nun nicht in einem analytischen Sinne zu verstehen, sondern im Sinne einer Identität *a posteriori*. Um eine viel zitierte Analogie zu verwenden: So wie Wasser identisch ist mit H₂O und die Eigenschaften von Wasser (z.B. flüssig, durchsichtig, Eisbildung, Verdampfen) mit Rückgriff auf seine chemischen Eigenschaften erklärt werden können, sind mentale Prozesse wie beispielsweise die Fähigkeit, die Emotionen seiner Mitmenschen einschätzen zu können, identisch mit bestimmten neu-

ronalen Prozessen. Welche neuronalen Prozesse dies im Einzelnen sind, steht nicht a priori fest, sondern ist Aufgabe der neurowissenschaftlichen Forschung (vgl. dazu Teil 4).

Damit ist aber bereits eine bestimmte Erklärungshierarchie ersichtlich, mit der viele Auseinandersetzungen zwischen den Neurowissenschaften und der Psychologie deutlich entschärft werden können: Neurowissenschaftliche Erklärungen beziehen sich immer auf mentale Prozesse; diese wiederum dienen dazu, Verhalten zu erklären. Das Ziel des Einbezugs neurowissenschaftlicher Erkenntnisse ist es demnach, menschliches Verhalten besser zu verstehen, indem *psychologische* Erklärungsansätze präzisiert werden.

Auf der Grundlage der Typen-Identitätstheorie können zwei Arten unterscheiden werden, wie neurowissenschaftliche Erkenntnisse dazu beitragen können, Lern- und Verhaltensmerkmale besser zu verstehen:

- Zum einen kann genauer diagnostiziert werden, *welche* mentalen Prozesse während einer Aufgabe genau ablaufen. Dazu ist die Messung neuronaler Aktivitäten erforderlich, die Hinweise darauf geben, welche mentalen Prozesse eine Person einsetzt, um eine Anforderung bewältigen zu können. Ein besseres Verstehen ist zum Beispiel dann möglich, wenn die neuronalen Korrelate Verdachtsmomente auf ablaufende mentale Prozesse liefern, die bisher nicht Gegenstand der psychologischen Erklärung waren.
- Zum andern können Thesen darüber formuliert werden, *warum* diese mentalen Prozesse ablaufen. Dazu erforderlich ist die Entwicklung neurowissenschaftlicher Theorien: Wenn bestimmte mentale Prozesse identisch sind mit bestimmten neuronalen Prozessen, sind neurowissenschaftliche Theorien über neuronale Prozesse immer auch Theorien über die korrespondierenden mentalen Prozesse und vermögen diese zu erklären. Hiermit ist es möglich, über die Diagnose hinaus die Prognose von mentalen Prozessen – und damit auch des Verhaltens – zu verbessern.

Die Probleme der Neuropädagogik können somit nicht prinzipiellen Schwierigkeiten geschuldet sein – vorausgesetzt, die geschilderten neurophilosophischen Grundlagen werden akzeptiert: Es ist prinzipiell möglich, Lern- und Verhaltensprozesse mit Hilfe neurowissenschaftlicher Erkenntnisse besser zu verstehen, insofern Aussagen über Lern- und Verhaltensmerkmale mit Hilfe neurowissenschaftlicher Erkenntnisse nicht nur bestätigt, sondern sogar präzisiert werden können.

Im nächsten Abschnitt wird untersucht, inwieweit die Probleme der Neuropädagogik konzeptueller Natur sind.

3. Ein konzeptuelles Problem?

Ein *konzeptuelles* Problem der Neuropädagogik würde vorliegen, wenn zwar neurowissenschaftliche Erkenntnisse prinzipiell dazu verwendet werden könnten, Lern- und Verhaltensmerkmale besser zu verstehen, sie aber im Rahmen der Neuropädagogik un-

angemessen interpretiert würden. Meines Erachtens liegen in der Neuropädagogik unter mindestens drei Gesichtspunkten konzeptuelle Probleme vor, auf die sich auch die wesentlichen Kritikpunkte an der Neuropädagogik zurückführen lassen, die eingangs geschildert wurden.

(1) Ein erstes konzeptuelles Problem der Neuropädagogik betrifft die Interpretation neuronaler Korrelate: Neuronale Korrelate geben Hinweise darauf, woraus mentale Prozesse bestehen, aber nicht, wie sie entstehen. Sie stellen zwar aus neurowissenschaftlicher Sicht einen Erkenntnisgewinn dar, nicht aber, was die psychologische Ebene und damit auch das neuropädagogische Erkenntnisinteresse betrifft. Dies führt dazu, dass die Erkenntnisse, die aus neuronalen Korrelaten gewonnen werden, häufig lediglich wiederholen, was in der Psychologie schon bekannt ist.

Die in den letzten Jahren gewonnenen neurowissenschaftlichen Erkenntnisse bestehen zu einem großen Teil aus neuronalen Korrelaten bestimmter Lernprozesse. Dies hat eine vorwiegend von der Psychologie, Philosophie und den Neurowissenschaften geführte Debatte darüber ausgelöst, was neuronale Korrelate überhaupt zu erklären vermögen, dem Leitgedanken folgend: Wenn neuronale Korrelate die Antwort liefern – was war die Frage?

So existiert ein Dissens bezüglich der Frage, inwieweit bereits eine *Erklärung* vorliegt, wenn die neuronalen Korrelate eines bestimmten mentalen Prozesses bekannt sind. Die eine Position besagt, dass es möglich ist, mentale Prozesse neurowissenschaftlich zu erklären, weil allen mentalen Prozessen bestimmte neuronale Aktivitäten zugrunde liegen. Häufig wird in diesem Zusammenhang sprachlich eine Psychologisierung des Gehirns vorgenommen („das Gehirn denkt, fühlt, entscheidet etc.“). Die andere Position hingegen verneint die Möglichkeit, mentale Prozesse neurowissenschaftlich zu erklären. Vielmehr würden neuronale Prozesse die korrespondierenden mentalen Prozesse auf einer anderen Ebene beschreiben. Dementsprechend lautet der Kardinalvorwurf der Psychologie an die Neurowissenschaften, dass dort Korrelation und Kausalität fälschlicherweise gleichgesetzt würden.

Der Eindruck eines fast unauflösbaren Dissenses könnte allerdings dem Umstand geschuldet sein, dass die Psychologie und die Neurowissenschaften im Grunde von zwei verschiedenen Formen von Erklärungen sprechen. Die Erklärungen der Psychologie sind in erster Linie darauf ausgerichtet, wie mentale Zustände oder Prozesse *entstehen*. Sie umfassen einen zeitlichen Prozess, mit dem eine bestimmte Wirkung auf eine bestimmte Ursache zurückgeführt werden kann. Die Erklärungen der Neurowissenschaften dagegen sind oft darauf ausgerichtet, woraus mentale Prozesse *bestehen*. Neurowissenschaftliche Erklärungen sagen uns, durch welche neuronalen Prozesse bestimmte mentale Prozesse realisiert werden. Die meisten Studien im Bereich der kognitiven Neurowissenschaften beschäftigen sich deshalb mit der Suche nach neuronalen Korrelaten bestimmter mentaler Prozesse. Damit sind aber Missverständnisse zwischen der Psychologie und den Neurowissenschaften vorprogrammiert, was die Frage des Erkenntnisfortschritts betrifft.

Ein Beispiel mag dies illustrieren: In einem Streitgespräch zwischen einem Neurowissenschaftler (Manfred Spitzer) und einer Psychologin (Elsbeth Stern) in der ZEIT (2004, S. 69) wird – wohl unfreiwillig – die ganze Problematik der interdisziplinären Verständigung offenkundig. Debattiert wird an dieser Stelle über den Wert der neurowissenschaftlichen Erkenntnis, dass ängstliche Zustände, wie beispielsweise Lernblockaden, mit einer Aktivierung der Amygdala (Mandelkern) einhergehen:

- Spitzer: Wenn ich weiß, dass die Aktivierung des Mandelkerns dafür sorgt, dass der Schüler nicht mehr kreativ ist, sondern ängstlich und nur noch auswendig lernt, dann unterrichte ich anders.
- Stern: Das weiß die Psychologie seit den dreißiger Jahren.
- Spitzer: Nein, das weiß man erst durch die Forschung am Mandelkern.

Was aus neurowissenschaftlicher Sicht ein Erkenntnisfortschritt ist, stellt für die Psychologie lediglich die Wiederholung oder Bestätigung eines Sachverhaltes dar, der schon seit längerer Zeit bekannt ist. Was hingegen – aus psychologischer Sicht – fehlt, ist die Erklärung, *warum* der Mandelkern aktiviert, d.h. warum der Schüler ängstlich ist. Dazu bedarf es jedoch einer Erklärung dieses neuronalen Prozesses mit Hilfe einer neurowissenschaftlichen Theorie.

(2) Ein zweites konzeptuelles Problem der Neuropädagogik besteht darin, dass – wenn denn schon neurowissenschaftliche Theorien herangezogen werden – zum einen die neurobiologischen Mechanismen (interne Entstehungsfaktoren) unpräzise rezipiert und zum andern die sozialen Bedingungen (externe Entstehungsfaktoren) stark vernachlässigt werden. Dies führt dazu, dass die daraus abgeleiteten Erkenntnisse äußerst vage sind.

Ein Beispiel dafür sind aktuelle Thesen im Bereich des Fremd- bzw. Zweitspracherwerbs. Wie ist es zu erklären, dass eine Zweitsprache im jüngeren Kindesalter leichter und schneller erworben werden kann als im Jugend- und Erwachsenenalter – obwohl leistungsförderliche Lernvoraussetzungen wie die Fähigkeit zur Reflexion, zu Transfers oder zur länger andauernden Konzentration im späteren Alter höher ausgeprägt sind?

Die der Hirnforschung zugeschriebene Grundidee lautet nun, dass es eine zeitlich abgrenzbare Entwicklungsphase gibt, während der das Gehirn eine große neuronale Plastizität aufweist, d.h. dem Einfluss von Erfahrungen in größtmöglicher Stärke ausgesetzt ist (vgl. Pauen 2004b). Wenn nun ein Kind während dieser Phase neben seiner Muttersprache noch mit anderen Sprachen konfrontiert wird, entwickelt es spezialisierte neuronale Netzwerke für die Sprachverarbeitung, die vielseitiger sind als Netzwerke, welche nur auf eine Sprache ausgerichtet sind. Dadurch kann die Zweitsprache effizienter und effektiver verarbeitet werden. Zeitlich begrenzt ist diese Phase, weil die für die Sprachverarbeitung spezialisierten Netzwerke zu einem bestimmten Zeitpunkt ihre neuronale Plastizität unwiederbringlich verlieren. Sobald diese Phase beendet ist, wird der Erwerb der Zweitsprache aufwändiger, weil das Gehirn gezwungen ist, dafür ein neues Netzwerk anzulegen.

Belegt wird die These in aller Regel durch zwei Bezüge zur Hirnforschung: Auf der empirischen Ebene werden die Ergebnisse neurophysiologischer Studien angeführt, nach denen die Erst- und Zweitsprache in derselben neuronalen Region verarbeitet werden, wenn der Zweitspracherwerb im frühen Kindesalter stattfindet, währenddem jeweils verschiedene Netzwerke aktiviert werden, wenn jemand die Zweitsprache erst im Jugend- oder Erwachsenenalter erworben hat (z.B. Kim u.a. 1997). Diese Ergebnisse lassen vermuten, dass bei diesen beiden Gruppen je eine andere Art der Informationsverarbeitung vorliegt – vor und nach dem so genannten „Zeitfenster“.

Auf der konzeptuellen Ebene wird auf das Konstrukt der kritischen Phase der Hirnentwicklung hingewiesen, das von den Neurowissenschaftlern David H. Wiesel und Torsten N. Hubel in den späten 1950er-Jahren für die Informationsverarbeitung beim Sehen entdeckt wurde (Hubel/Wiesel 1959). Die beiden späteren Nobelpreisträger zeigten, dass die Ausbildung spezialisierter neuronaler Netzwerke nicht vollständig genetisch determiniert ist, sondern auch von Erfahrungen beeinflusst wird, wobei die Erfahrungsabhängigkeit in bestimmten Entwicklungsphasen am stärksten ist. Ihr entscheidender Beitrag bestand darin, anhand von Experimenten mit neugeborenen Katzen nachzuweisen, dass es neuronale Netzwerke gibt, die ohne entsprechende Erfahrungen in einem bestimmten Zeitraum irreversibel dysfunktional werden.

Nun beruht die Wirkungskraft der neuropädagogischen Rezeption allerdings mehr auf einer intuitiven Plausibilität, denn diese neurowissenschaftlichen Grundlagen halten einer näheren Überprüfung entlang der vorher entwickelten Kriterien nicht stand: Weder kann damit erklärt werden, wie Erfahrungen genau wirken (neurobiologischer Wirkmechanismus), noch wie sie hinsichtlich Art, Zeitpunkt, Häufigkeit oder Intensität beschaffen sein müssen, um diese Wirkung erzielen zu können (soziale Entstehungsbedingungen). Ohne diese Präzisierungen bleiben die Erkenntnisse aber undeutlich und vage und fördern eine rein spekulative Psychologisierung neurowissenschaftlicher Daten: So wird zum Beispiel vom „großen Aufwand“ gesprochen, um neue Netzwerke auszubilden.

Wie präsentiert sich nun der aktuelle Forschungsstand zu diesen beiden offenen Fragen? Hinsichtlich der Frage nach den neurobiologischen Wirkmechanismen von Erfahrungen ist zunächst eine Differenzierung vorzunehmen. Die Studien von Hubel und Wiesel haben aufgezeigt, dass die Ausbildung neuronaler Netzwerke im Bereich der visuellen Wahrnehmung von Erfahrungen beeinflusst wird. In den letzten Jahrzehnten konnten diese Mechanismen in verschiedenen anderen Entwicklungsbereichen präzise untersucht werden. Nach dem Grad ihrer Abhängigkeit von Erfahrungen unterteilt, müssen mindestens vier Arten von Netzwerken voneinander unterschieden werden (Knudsen 2004):

- Neuronale Netzwerke, die keine neuronale Plastizität aufweisen, sich also völlig unabhängig von Erfahrungen ausschließlich auf der Grundlage innerer, genetisch determinierter Mechanismen ausbilden.
- Neuronale Netzwerke, die eine bedingte neuronale Plastizität aufweisen, deren Ausbildung also von Erfahrungen abhängig ist, wobei diese neuronalen Netzwerke im

Falle fehlender Erfahrungen in einem bestimmten Zeitraum irreversibel dysfunktional werden – man spricht dann von *kritischen Perioden*. Ein Beispiel hierfür sind die Untersuchungen von Wiesel und Hubel zur Ausbildung des primären visuellen Cortex.

- Neuronale Netzwerke, die eine bedingte neuronale Plastizität aufweisen, wobei Erfahrungen in diesen Netzwerken innerhalb eines bestimmten Zeitrahmens eine besonders starke Wirkung auf deren Ausbildung ausüben – man spricht dann von *sensiblen Perioden*. Die meisten Entwicklungsbereiche sind hier anzusiedeln.
- Neuronale Netzwerke, die während der ganzen Lebensspanne ein hohes Maß an neuronaler Plastizität aufweisen. Ein Beispiel hierfür sind Regionen des Hippocampus.

Die neuronalen Netzwerke, die dem Zweitspracherwerb zugrunde liegen, sind zu großen Teilen der dritten Gruppe zuzuordnen. Wie wirken sich Erfahrungen aus neurobiologischer Sicht nun genau auf die Ausbildung neuronaler Netzwerke aus? Die Veränderungen der neuronalen Architektur während einer sensiblen Phase beziehen sich auf die Ausbildung von Axonen und Synapsen und damit auf die Konnektivität, d.h. die Art der Verbindung zwischen einzelnen Neuronen bzw. Neuronenverbänden. Der Hauptmechanismus einer sensiblen Phase besteht darin, die Netzwerke auf die bestehenden Anforderungen auszurichten, im Falle des Spracherwerbs also auf die im Umfeld des Kindes gesprochene(n) Sprache(n) (Newport/Bavelier/Neville 2001).

Entscheidend hinsichtlich des Zweitspracherwerbs ist es nun, dass die Netzwerke im Falle mehrerer Sprachen offenbar in der Lage sind, *mehrere* stabile Muster der Konnektivität auszubilden, sodass Erfahrungen mit unterschiedlichen Sprachen vom selben Netzwerk verarbeitet werden können (Knudsen 2004).

Im Falle des (Zweit-)Spracherwerbs müssen dabei mehrere Komponenten der Sprache voneinander unterschieden werden. Die Arbeitsgruppe um Friederici (2002) hat gezeigt, dass verschiedene spezialisierte Mini-Netzwerke aktiviert werden, wenn Sprache verarbeitet wird. Dabei ist eine bestimmte zeitliche Abfolge zu beobachten: Zuerst werden die Phonetik und Prosodie analysiert, dann die Grammatik und schließlich die Semantik. Diese Komponenten unterscheiden sich hinsichtlich der Dauer, in der sie in besonderem Maße von Erfahrungen beeinflusst werden: Bei der Phonetik und Prosodie wird eine eher kurze sensible Phase vermutet, die im ganz frühen Kindesalter endet und sich in einer differenzierten Lautunterscheidung und damit einem leichteren Zugang zur Sprache äußert; bei der Grammatik scheint die sensible Phase bis ins mittlere Kindesalter zu dauern; und bei der Semantik wird ein sehr hohes Maß an neuronaler Plastizität vermutet (vgl. Newport/Bavelier/Neville 2001).

Im Hinblick darauf, wie die Erfahrungen genau beschaffen sein müssen, um diese Wirkung zu erzielen – hinsichtlich ihrer Art, Häufigkeit und Intensität – sind die meisten Fragen noch offen: So ist zum Beispiel unklar, inwieweit die Dauer der sensiblen Phasen von der Struktur der Zweitsprache abhängt, ob Zweitspracherfahrungen eher zwei Stunden täglich oder einmal die Woche gemacht werden müssen oder wie sich passive und aktive Formen der Auseinandersetzung mit Fremdsprachen unterscheiden. Die

neuropädagogischen Erkenntnisse im Bereich des Zweitspracherwerbs beschränken sich damit im Moment auf die Aussage, dass verschiedene sensible Phasen existieren, ohne jedoch deren Anfang und Ende genauer bestimmen zu können.

(3) Ein drittes konzeptuelles Problem der Neuropädagogik besteht darin, dass die normativen Grundlagen der Pädagogik zu wenig berücksichtigt werden, wenn auf der Grundlage neurowissenschaftlicher Erkenntnisse Empfehlungen für pädagogische Maßnahmen ausgesprochen werden. Dies führt dazu, dass die Empfehlungen häufig trivial sind.

Am Anfang dieses Problems steht eine gänzlich unkontroverse Aussage: Neurowissenschaftliche Erkenntnisse sind keine normativen Aussagen. Sie sagen nichts darüber aus, wie etwas sein soll, sondern nur, wie etwas ist – im Falle der Neuropädagogik bestimmte Lern- und Verhaltensmerkmale eines Menschen. Trotzdem können sie zur Legitimierung pädagogischer Maßnahmen herangezogen werden.

Dazu müssen zwei Bedingungen erfüllt sein: Zum einen müssen psychologische Erkenntnisse zu bestimmten Lern- und Verhaltensmerkmalen, auf die sich die pädagogischen Maßnahmen beziehen, durch die neurowissenschaftlichen Erkenntnisse bestätigt oder gar erweitert werden können. Zum andern muss der normative Rahmen offen gelegt werden, innerhalb dessen die neurowissenschaftlichen Erkenntnisse interpretiert werden. Schon die erste Bedingung wird häufig nicht erfüllt, wie die bisherigen Ausführungen zu den konzeptuellen Problemen der Neuropädagogik gezeigt haben. Zugleich werden aber auch die normativen Grundlagen der Neuropädagogik bisweilen stark vernachlässigt. Warum ist das so?

Zwei Gruppen von neurowissenschaftlichen Erkenntnissen sind in diesem Kontext auseinander zu halten. Die erste Gruppe umfasst neurowissenschaftliche Erkenntnisse, die bestimmte Konsequenzen für die Praxis nahe legen, also in einer gewissen Weise normativ aufgeladen sind. Dazu gehören beispielsweise die Ergebnisse von Wiesel und Hubel zu den kritischen Phasen der visuellen Wahrnehmungsfähigkeit, aus denen hinsichtlich der menschlichen Entwicklung nicht nur die Konsequenz abgeleitet werden kann, dass man gesunden Säuglingen nicht die Augen zudecken sollte, sondern auch, dass allfällige Schädigungen der Sehfunktionen so früh wie möglich diagnostiziert und behandelt werden sollten. Der normative Rahmen wird in diesen Fällen nicht explizit offen gelegt, weil diesbezüglich höchster Konsens besteht. Allerdings werden solche Empfehlungen *gerade deshalb* auch trivial und beschränken sich darauf, physische und psychische Grundbedürfnisse zu erfüllen (Stern 2004).

Bei der zweiten Gruppe von neurowissenschaftlichen Erkenntnissen – wie zum Beispiel im Bereich des Zweitspracherwerbs – ist dieser implizite normative Faktor nicht gegeben. Empfehlungen, die sich auf solche neurowissenschaftlichen Erkenntnisse stützen, sind kontingent. Sie bedürfen eines normativen Rahmens, damit sie legitimiert werden können.

Gerade in bildungspolitischen Empfehlungen, die sich immer öfter auf aktuelle Erkenntnisse der Hirnforschung berufen, ist das Problem der mangelnden Berücksichtigung normativer Grundlagen häufig auszumachen. Als Beispiel eignen sich wiederum

neurowissenschaftliche Erkenntnisse zum Zweitspracherwerb, auf deren Grundlage Empfehlungen zum Fremdsprachenunterricht ausgesprochen werden. In den letzten Jahren ist im deutschsprachigen Raum eine eindeutige Tendenz in Richtung eines möglichst frühen Einsatzes des Fremdsprachenunterrichts festzustellen. Allerdings sind wesentliche Unterschiede dahingehend festzustellen, inwieweit zur Legitimierung dieser Empfehlungen neurowissenschaftliche Erkenntnisse herangezogen werden.

Ein Vergleich zwischen der Schweiz und Deutschland mag dies verdeutlichen. In einem Strategiepapier zum Sprachunterricht in den ersten Schuljahren betont die Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren (EDK) das „Potential des frühen Sprachenlernens“ (2004, S. 2), welches konsequent ausgeschöpft werden müsse. Der Vorteil, schon früh – spätestens im Alter von neun Jahren – mit einer ersten Fremdsprache konfrontiert zu werden, ließe sich neurowissenschaftlich belegen: „Frühes Lernen ist aus neuropsychologischen Gründen namentlich für den Erwerb von Sprachen besonders wichtig und profitabel: frühes Sprachenlernen ist effizienter, schafft günstige Voraussetzungen für das Erlernen weiterer Sprachen und fördert das Entwickeln von Strategien für das Sprachenlernen“ (Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren 2004, S. 3).

Demgegenüber befürwortet das Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik (KMK) zwar ebenfalls die Aufnahme des Fremdsprachenlernens in den Grundschulunterricht, begründet sie aber psychologisch, vornehmlich mit den günstigen Lernvoraussetzungen der Kinder dieses Alters: „Die Lernvoraussetzungen der Kinder im Grundschulalter werden für ausgesprochen günstig gehalten. Kinder dieser Altersgruppe bringen häufig ein großes Mitteilungsbedürfnis, die Fähigkeit zum Imitationslernen sowie sehr viel Spontaneität und Unbekümmertheit im Umgang mit bisher Fremdem mit“ (Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland, S. 3f.). Dementsprechend sollen auch das Hörverstehen und Sprechen im Zentrum des Sprachunterrichts stehen.

Diese Gegenüberstellung zeigt unter Berücksichtigung der bisherigen Ausführungen, dass die psychologische Argumentation womöglich intuitiv plausibler, sicherlich aber wissenschaftlich angemessener ist. Keine der Bedingungen zur Legitimierung pädagogischer Maßnahmen auf der Grundlage neurowissenschaftlicher Erkenntnisse ist erfüllt: Weder können die psychologischen Aussagen zu Lernvoraussetzungen wie einer größeren Lerneffizienz oder günstiger Lernstrategien im Augenblick zuverlässig mit neurowissenschaftlichen Erkenntnissen bestätigt werden, noch ist ein klarer normativer Rahmen ersichtlich, der einen frühen Einsatz des Fremdsprachenunterrichts legitimieren würde – selbst wenn die aktuellen neurowissenschaftlichen Erkenntnisse zum Zweitspracherwerb berücksichtigt werden.

Dieses Beispiel mag in seiner Reichweite begrenzt sein. Spätestens bei der Diskussion über den Einsatz neurotechnologischer Maßnahmen wie der transkraniellen Magnetstimulation (TMS) oder über die Frage, inwieweit andere Eingriffe ins Gehirn sich mit traditionellen pädagogischen Zieldimensionen wie der Autonomie oder Selbstbestimmung vereinbaren lassen, wird der systematische Einbezug normativer Grundlagen zweifellos auf der Tagesordnung stehen müssen (Farah u.a. 2004; Illes 2006).

4. Ein empirisches Problem?

Ein *empirisches* Problem würde vorliegen, wenn zwar neurowissenschaftliche Erkenntnisse prinzipiell dazu verwendet werden könnten, menschliche Lern- und Verhaltensmerkmale besser zu verstehen, aber einfach derzeit noch zu wenig empirische Befunde vorliegen. Aus der Art der aufgeführten konzeptuellen Probleme dürfte deutlich geworden sein, dass die Neuropädagogik auch ein empirisches Problem hat. Die Mängel zeigen sich vor allem in drei Bereichen:

- Um genauer zu bestimmen zu können, *welche* mentalen Prozesse ablaufen, müssen deren neuronale Korrelate präziser erfasst werden.
- Um genauer bestimmen zu können, *warum* diese mentalen Prozesse ablaufen, d.h. wie sie entstehen, müssen sie neurowissenschaftlich erklärt werden. Dazu sind zum einen die (entwicklungs-)neurobiologische Mechanismen, zum andern die sozialen Entstehungsbedingungen präziser zu erfassen.
- Um genauer bestimmen zu können, wie diese Prozesse pädagogisch möglichst gezielt *beeinflusst* werden können, ist zu untersuchen, inwieweit die sozialen Entstehungsbedingungen in Form von Erziehungs- und Bildungsmaßnahmen geschaffen werden können.

Im Folgenden wird anhand des Beispiels Autismus kurz ausgeführt, dass es nicht nur prinzipiell, sondern faktisch möglich ist, diese Bedingungen zu erfüllen und darauf aufbauend Erziehungs- und Bildungsmaßnahmen anzuleiten. Autismus ist als Beispiel deshalb geeignet, weil dazu bereits umfangreiche neurowissenschaftliche Erkenntnisse vorliegen.

Gekennzeichnet ist Autismus durch eine Beeinträchtigung der sozialen Interaktion, der verbalen und non-verbalen Kommunikation sowie durch repetitives Verhalten (American Psychiatric Association, DSM IV, 1994). Bei etwa 10% der Menschen mit Autismus sind zudem bestimmte Inselbegabungen zu beobachten. Wenn im Folgenden von Studien zu Autismus die Rede ist, wird immer auf das ganze Spektrum autistischer Störungen Bezug genommen, das sowohl den frühkindlichen Autismus als auch das Asperger-Syndrom umfasst.

Die neurowissenschaftlichen Befunde können in Form von Antworten auf drei zentrale Fragen gebündelt werden (vgl. Gyseler in Vorb.):

1) Was genau ist bei Kindern mit Autismus beeinträchtigt?

Einer anderen Person bestimmte mentale Zustände zuzuschreiben, geht normalerweise mit der Aktivität eines neuronalen Systems einher, das auch als „soziales Gehirn“ bezeichnet wird. Es umfasst drei Komponenten der Großhirnrinde (vgl. Frith/Frith 2003): den *superior temporal sulcus* (STS), die *temporalen Pole* (TP) sowie den *medialen präfrontalen Cortex* (MPFC). Neben diesem System sind zudem noch die *Amygdala* und – falls Gesichter verarbeitet werden müssen – eine Region namens *fusiform face area* aktiviert.

Bei Menschen mit Autismus hingegen ist in allen diesen Regionen in der Regel eine verminderte neuronale Aktivität festzustellen, wenn sie mit solchen Anforderungen konfrontiert werden (Baron-Cohen u.a. 1999; Castelli 2005; Shaw u.a. 2004). Nun ist ihr Gehirn dabei selbstverständlich nicht gänzlich inaktiviert. Mit dem *inferior temporal gyrus* (ITG) ist vor allem in einer Region eine erhöhte Aktivität zu verzeichnen, die normalerweise mit der Verarbeitung von Objekten einhergeht (Schultz u.a. 2000).

Menschen mit Autismus sind demnach nicht oder kaum in der Lage, ein Gegenüber als handelnde Person mit bestimmten Intentionen zu erkennen (Funktion des STS), Erfahrungswissen abzurufen, wie sich Personen mit diesen Merkmalen in der Vergangenheit verhalten haben (Funktion der TP) sowie sich von der augenblicklichen physischen Realität zu lösen und einen Perspektivenwechsel vorzunehmen (Funktion des MPFC). Mehr noch: Es kann angenommen werden, dass Menschen mit Autismus Gesichter nicht als sozio-emotional bedeutsam einstufen (Funktion der Amygdala), sie stattdessen als Objekte verarbeiten (Funktion des ITG) und deshalb die Frage nach der Zuschreibung mentaler oder emotionaler Zustände für sie gar keine Bedeutung aufweist.

2) Warum sind diese Prozesse beeinträchtigt?

Autismus ist eine tiefgreifende Entwicklungsstörung, deren entwicklungsneurobiologische Besonderheiten von Geburt an erfasst werden können. Entscheidend ist hierbei das spezifische Muster der lokalen Über-Konnektivität und globalen Unter-Konnektivität (Baron-Cohen/Belmonte 2005; Belmonte u.a. 2004; Courchesne/Pierce 2005; Just u.a. 2004): Nahe beieinander liegende Neuronenhaufen sind durch eine Vielzahl von Synapsen miteinander verbunden, währenddem weiter auseinander liegende Neuronenverbände kaum Verbindungen miteinander eingehen. Lokal ist die neuronale Architektur also im Vergleich zum Normalfall zu feinmaschig, global zu grobmaschig.

In der Folge davon können eingehende Informationen nicht systematisch verarbeitet und weitergeleitet werden, sondern verharren in einem lokalen Chaos überzähliger synaptischer Verbindungen (Vuilleumier u.a. 2004). Die davon hauptsächlich betroffenen Regionen sind das limbische System (insbesondere Amygdala und Hippocampus), die Frontallappen sowie das Kleinhirn (Bauman/Kemper 2005). Die Dysfunktion der Amygdala führt nun dazu, dass bei Kindern mit Autismus der erwähnte Spezialisierungsprozess für das Erkennen und Verarbeiten menschlicher Gesichter gar nicht erst in Gang gesetzt wird, weil sie aufgrund eines fehlenden Interesses an Gesichtern kaum Erfahrungen damit machen (Schultz u.a. 2005).

3) Inwieweit sind diese Prozesse pädagogisch beeinflussbar?

Hier scheint eine Art Prinzip der Komplexitätssparsamkeit zu gelten: Je weniger komplex die sozio-emotionalen Informationen sind, die verarbeitet werden müssen, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass Menschen mit Autismus die Anforderungen bewältigen können (siehe dazu Grelotti u.a. 2005). Menschen mit Autismus können dann am ehesten in die Lage versetzt werden, angemessene mentale und emotionale Zustände zuzuschreiben, sofern wenig Informationen vorliegen (Frage

des Kontextes), sie schematisch dargeboten werden (Frage der Kontur) und unbewegt sind (Frage der Bewegung).

Das Beispiel Autismus zeigt: Mittels neurowissenschaftlicher Erkenntnisse kann sowohl präziser bestimmt werden, welche mentalen Prozesse genau beeinträchtigt sind, als auch, warum dies so ist und wie sie pädagogisch beeinflusst werden können. Erst diese Erkenntnisse ermöglichen eine neurowissenschaftliche Grundlegung bestimmter Erziehungs-, Bildungs- und therapeutischer Maßnahmen, die aber in diesem Rahmen nicht näher beschrieben werden soll (vgl. Gyseler in Vorb.).

5. Von der Neuropädagogik zu den neurowissenschaftlichen Grundlagen der Pädagogik

Im Gegensatz zur Phrenologie ist die moderne Neuropädagogik nicht mit prinzipiellen Problemen behaftet, sodass die wissenschaftliche Perspektive des Programms weitaus zuversichtlicher eingeschätzt werden kann: Es *ist* möglich, menschliche Lern- und Verhaltensmerkmale mittels neurowissenschaftlicher Erkenntnisse besser zu verstehen.

Allerdings sind gegenwärtig beträchtliche konzeptuelle Probleme der Neuropädagogik festzustellen, die sich darin äußern, dass neurowissenschaftliche Erkenntnisse nicht angemessen interpretiert werden. In der Tendenz werden die Befunde aus der Hirnforschung dabei zu schnell psychologisiert und als Legitimierung pädagogischer Maßnahmen oder Empfehlungen verwendet. Die vorliegenden neuronalen Korrelate oder neurowissenschaftlichen Theorien sind aber häufig noch zu unpräzise oder spekulativ, um der neurowissenschaftlichen Grundlegung der pädagogischen Praxis dienen zu können.

Teilt man diese Problemanalyse, ist es meines Erachtens erforderlich, eine Schwerpunktverlagerung vorzunehmen, die weg von einer neurowissenschaftlichen Grundlegung der Pädagogik und hin zur Erforschung der neurowissenschaftlichen Grundlagen der Pädagogik führt. Diese theoretischen Grundlagen sollen Antwort geben auf die Fragen, was die Neurowissenschaften *sollen*, was sie *können* und welche Erkenntnisse auch tatsächlich *vorliegen*.

Das mit der Behandlung dieser Fragen verbundene Forschungsprofil ist interdisziplinär und umfasst primär die folgenden Fragen:

- Zunächst ist zu diskutieren, welches die Fragen der Pädagogik sind, die mit Hilfe neurowissenschaftlicher Erkenntnisse behandelt werden sollen. Im Gegensatz zu diesem Primat der Pädagogik herrschen derzeit aber vielmehr neurowissenschaftliche Rezeptionsmuster vor, die darauf ausgerichtet sind, ausgewählte Befunde der Hirnforschung hinsichtlich möglicher pädagogischer und didaktischer Konsequenzen zu überprüfen (Geake/Cooper 2003; Müller 2006).
- Mit der Neurophilosophie ist zu diskutieren, inwieweit diese Fragen überhaupt einer neurowissenschaftlichen Untersuchung zugänglich sind und welche Konsequenzen die empirischen Befunde hinsichtlich normativer pädagogischer Dimensionen zeitigen. Können zum Beispiel traditionelle Erziehungs- und Bildungsziele wie Mündig-

keit und Autonomie vor dem Hintergrund der aktuellen Debatte um die menschliche Willensfreiheit noch aufrecht erhalten werden? Oder stützen gerade diese Befunde die Ideale der Pädagogik (Bieri 2001; Pauen 2004a; Brumlik 2006)?

- Mit der Neuropsychologie und der Neurophysiologie ist zu untersuchen, welche mentalen Prozesse während einer bestimmten Anforderung ablaufen.
- Mit der Entwicklungsneurobiologie schließlich ist zu klären, warum diese mentalen Prozesse ablaufen, welche neurobiologischen Mechanismen und soziale Entstehungsbedingungen also vorherrschen.

Bevor die neurowissenschaftlichen Grundlagen der Pädagogik nicht systematisch überzeugend ausgearbeitet worden sind, sind alle Versuche einer neurowissenschaftlichen Grundlegung der Pädagogik genau jener Kritik ausgesetzt, die im Moment berechtigterweise an der Neuropädagogik ausgeübt wird.

Literatur

- American Psychiatric Association (1994): Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders – Fourth Edition (DSM-IV). Washington, DC: American Psychiatric Association.
- Baron-Cohen, S./Ring, H.A./Wheelwright, S./Bullmore, E.T./Brammer, M.J./Simmons, A. (1999): Social intelligence in the normal and autistic brain: an fMRI study. In: *European Journal of Neuroscience* 11, S. 1891-1898.
- Baron-Cohen, S./Belmonte, M.K. (2005): Autism: a window onto the development of the social and the analytic brain. In: *Annual Review of Neuroscience* 28, S. 109-126.
- Bauman, M.L./Kemper, T.L. (2005): Neuroanatomic observations of the brain in autism: a review and future directions. In: *International Journal of Developmental Neuroscience* 23, H. 2-3, S. 183-187.
- Becker, N. (2005): Die neurowissenschaftliche Herausforderung der Pädagogik. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Becker, N. (2006): Von der Hirnforschung lernen? In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, Beiheft 5-06, S. 177-200.
- Belmonte, M.K./Allen, G./Beckel-Mitchener, A./Boulanger, L.M./Carper, R.A./Webb, S.J. (2004): Autism and abnormal development of brain connectivity. In: *Journal of Neuroscience* 24, S. 9228-9231.
- Bieri, P. (2001). *Das Handwerk der Freiheit: über die Entdeckung des eigenen Willens*. München: Hanser.
- Blakemore, S.-J./Frith, U. (2005): *The learning brain: lessons for education*. Oxford: Blackwell.
- Borck, C. (2006): Lässt sich vom Gehirn das Lernen lernen? In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, Beiheft 5-06, S. 87-100.
- Bruer, J. (1997): Education and the brain: a bridge too far. *Educational Researcher* 26, H. 8, S. 4-16.
- Brumlik, M. (2006): Hermeneutik der Natur. Evolutionspsychologie und Pädagogik. In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, Beiheft 5-06, S. 153-160.
- Castelli, F. (2005): Understanding emotions from standardized facial expressions in autism and normal development. In: *Autism* 9, S. 428-449.
- Courchesne, E./Pierce, K. (2005): Why the frontal cortex in autism might be talking only to itself: local over-connectivity but long-distance disconnection. In: *Current Opinion in Neurobiology* 15, S. 225-230.

- Düweke, P. (2001): *Kleine Geschichte der Hirnforschung: von Descartes bis Eccles*. München: Beck.
- Farah, M.J./Illes, J./Cook-Deegan, R./Gardner, H./Kandel, E./King, P./Parens, E./Sahakian, B./Wolpe, P.R. (2006): Neurocognitive enhancement: What can we do and what should we do? In: *Nature Reviews Neuroscience* 5, S. 421-425.
- Friederici, A. (2002): Wie wir Sprache verstehen: Neuronale Präzision in Raum und Zeit. In: Max-Planck-Gesellschaft: *Jahresbuch 2002*. Göttingen: Vandenhoeck/Ruprecht, S. 43-53.
- Friedrich, G./Preiss, G. (2003): Neurodidaktik. Bausteine für eine Brückenbildung zwischen Hirnforschung und Didaktik. In: *Pädagogische Rundschau* 57, S. 181-199.
- Frith, U./Frith, C.D. (2003): Development and neurophysiology of mentalizing. In: Frith, C.D./Wolpert, D.M. (Eds.): *The neuroscience of social interaction: decoding, imitating, and influencing the actions of others*. Oxford: Oxford University Press, S. 45-75.
- Geake, J./Cooper, P. (2003): Cognitive neuroscience: implications for education? In: *Westminster Studies in Education* 26, S. 7-20.
- Goswami, U. (2004): Neuroscience and education. In: *British Journal of Educational Psychology*, 74, H. 1, S. 1-14.
- Grelotti, D.J./Klin, A.J./Gauthier, I./Skudlarski, P./Cohen, D.J./Gore, J.C./Volkmar, F.R./Schultz, R.T. (2005): fMRI activation of the fusiform gyrus and amygdala to cartoon characters but not to faces in a boy with autism. In: *Neuropsychologia* 43, S. 373-385.
- Gyseler, D. (in Vorb.): Die neurowissenschaftlichen Grundlagen der Sonderpädagogik: das Fallbeispiel Autismus. In: *Vierteljahresschrift für Heilpädagogik und ihre Nachbargebiete (VHN)*.
- Hubel, T.N./Wiesel, D.H. (1959): Receptive fields of single neurons in the cat's striate cortex. In: *Journal of Physiology* 148, S. 574-591.
- Illes, J. (2006): *Neuroethics. Defining the issues in theory, practice, and policy*. Oxford: Oxford University Press.
- Just, M.A./Cherkassy, V.L./Keller, T.A./Minshew, N.J. (2004): Cortical activation and synchronization during sentence comprehension in high-functioning autism: evidence of underconnectivity. In: *Brain* 127, S. 1811-1821.
- Kim, J. (2006): *Philosophy of mind*. Cambridge: Westview Press.
- Kim, K.H.S./Relkin, N.R./Lee, K.-M./Hirsch, J. (1997): Distinct cortical areas associated with native and second languages. In: *Nature* 388, S. 171-174.
- Knudsen, E.I. (2004): Sensitive periods in the development of the brain and behavior. In: *Journal of Cognitive Neuroscience* 16, S. 1412-1425.
- Koizumi, H. (2004): The concept of 'developing the brain': a new natural science for learning and education. In: *Brain and Development* 26, S. 434-441.
- Müller, T. (2006): Erziehungswissenschaftliche Rezeptionsmuster neurowissenschaftlicher Forschung. In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, Beiheft 5-06*, S. 201-216.
- Newport, E.L./Bavelier, D./Neville, H.J. (2001): Critical thinking about critical periods: perspectives on a critical period for language acquisition. In: Doupoux, E. (Eds.): *Language, brain and cognitive development: essays in honor of Jacques Mehler*. Cambridge: MIT Press, S. 481-502.
- OECD (2002): *Understanding the brain. Towards a new learning science*. Paris: OECD.
- Pauen, M. (2001): Grundprobleme der Philosophie des Geistes und die Neurowissenschaften. In: Pauen, M./Roth, G. (Hrsg.): *Neurowissenschaften und Philosophie*. München: Wilhelm Fink, S. 83-122.
- Pauen, M. (2004a): Illusion Freiheit? Mögliche und unmögliche Konsequenzen der Hirnforschung. Frankfurt am Main: S. Fischer.
- Pauen, S. (2004b): Zeitfenster der Gehirn- und Verhaltensentwicklung: Modethema oder Klassiker? In: *Zeitschrift für Pädagogik* 50, S. 521-530.
- Posner, M.I./Rothbart, M.K. (2005): Influencing brain networks: implications for education. In: *Trends in Cognitive Sciences* 9, S. 99-103.

- Preiss, G. (Hrsg.) (1996): Neurodidaktik: theoretische und praktische Beiträge. Pfaffenweiler: Centaurus.
- Schultz, R.T./Gauthier, I./Klein, A./Fulbright, R.K./Anderson, A.W./Volkmar, F. (2000): Abnormal ventral temporal cortical activity during face discrimination among individuals with autism and Asperger syndrome. In: Archives of General Psychiatry 57, S. 331-340.
- Schultz, R.T. (2005): Developmental deficits in social perception in autism: the role of the amygdala and fusiform face area. In: International Journal of Developmental Neuroscience, 23, H. 2-3, S. 125-141.
- Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren (2004): Sprachenunterricht in der obligatorischen Schule: Strategie der EDK und Arbeitsplan für die gesamtschweizerische Koordination.
- Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (2005): Fremdsprachen in der Grundschule: Sachstand und Konzeptionen 2004.
- Shaw, P./Lawrence, E.J./Radbourne, C./Bramham, J./Polkey, C.E./David, A.S. (2004): The impact of early and late damage to the human amygdala on 'theory of mind' reasoning. In: Brain 127, S. 1535-1548.
- Singer, W. (2006): Hirnentwicklung und Erziehung. In: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, Beiheft 5-06, S. 11-20.
- Stern, E. (2004): Wie viel Hirn braucht die Schule? Chancen und Grenzen einer neuropsychologischen Lehr-Lern-Forschung. In: Zeitschrift für Pädagogik 50, S. 531-538.
- Vuilleumier, P./Richardson, M.P./Armory, J.L./Driver, J./Dolan, R.J. (2004): Distant influences of amygdala activation during emotional face processing. In: Nature Neuroscience 7, S. 1271-1278.
- ZEIT (2004): Wer macht die Schule klug? Ausgabe Nr. 28, 01.07.2004. Online publiziert unter: http://www.zeit.de/2004/28/C-Spitzer_2fStern2 (14.03.2006)

Abstract: *It is the aim of neuropedagogics to better understand the pedagogically relevant characteristics of learning and behavior on the basis of neuroscientific insights, in order to adequately direct educational measures towards individual motivational and content-specific learning dispositions. The results, however, are highly controversial. It is the authors aim to give a precise definition of the actual problem. Accordingly, he examines whether the problem of neuropedagogics is of a principal, conceptual, or empirical nature. On the basis of this problem analysis, he pleads for a content-related shifting of the major issues from neuropedagogics to the neuroscientific fundamentals of pedagogics.*

Anschrift des Autors:

Dr. Dominik Gyseler, Hochschule für Heilpädagogik Zürich, Schaffhauserstrasse 239, CH-8057 Zürich.